Journal of Agricultural Machinery

Homepage: https://jame.um.ac.ir

Research Article
Vol. 13, No. 2, 2023, p. 239-247

Technical Evaluation of Three Methods of Manual, Semi-mechanized, and Mechanized Peanut Harvesting in Moghan

J. Taghinazhad[1*], S. A. Rahmani[2]

1- Academic member, Department of Agricultural Engineering Research, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran
2- Academic member, Department of Agricultural Engineering Research, AREEO, Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: j.taghinezhad@areeo.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/jam.2022.74048.1079

Received: 07 December 2021
Revised: 05 January 2022
Accepted: 18 January 2022
Available Online: 18 January 2022

How to cite this article:
Taghinazhad, J., & Rahmani, S. A. (2023). Technical Evaluation of Three Methods of Manual, Semi-mechanized, and Mechanized Peanut Harvesting in Moghan. *Journal of Agricultural Machinery*, *13*(2), 239-247. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jam.2022.74048.1079

Introduction

The harvesting stage is the most crucial phase in peanut production. In other words, one of the critical stages in producing this product is the harvest stage. Although it has its difficulties, this stage is associated with significant losses, which experts attribute to the high economic value of peanuts. In recent years, farmers in the Moghan Plain have also started considering this product due to the special conditions of the Iranian economy. In 2020, this study investigated three methods of peanut harvesting in two stages: manual, tractor-mounted thresher (semi-mechanized), and harvesting with a pull-type combine. The first stage involves the complete removal of the plants from the soil, while the second stage involves drying and separating the peanut pod from the plant in Moghan.

Methods and Materials

The experiment followed a split-plot design in the form of randomized complete blocks with four replications. The main plot consisted of soil moisture levels at harvest time, which were tested at three different levels: a1- 21%, a2- 18%, and a3- 15%. The sub-plot involved testing the separation of peanut pods from the plant using three different methods: b1- combine harvesting, b2- harvesting with a tractor-mounted thresher, and b3- manual harvesting. The study evaluated important harvest indicators such as quantitative loss (first and second-stage losses), actual field capacity, harvest time, and the number of required laborers. The results led to the identification of the best harvesting system.

Results and Discussion

The study revealed that the optimal soil moisture content for the initial stage of harvest was 18%. For most parameters, there was a significant difference observed among treatments at the 1% level. The pull-type combine method had the highest farm capacity with a maximum of 0.46 ha per hour, while the manual harvesting method had the lowest capacity with a minimum of 0.006 ha per hour. The total losses ranged between 5.95% and 10.58%, with the manual harvesting method exhibiting the lowest loss and the pull-type combine method showing the highest loss. Furthermore, the manual harvesting method required more labor compared to the other methods.

Conclusion

Based on the obtained results, it is recommended to use a pull-type combine for the early harvesting of peanuts and a manual method for obtaining high-quality peanuts in the Moghan region.

Keywords: Combine, Harvesting method, Peanut losses, Yield

نشریه ماشین‌های کشاورزی

https://jame.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۱۳، شماره ۲، تابستان ۱٤۰۲، ص ۲٤۷-۲۳۹

ارزیابی فنی سه روش برداشت دستی، نیمه‌مکانیزه و مکانیزه‌ی بادام‌زمینی در مغان

جبرائیل تقی نژاد[1*]، صفت اله رحمانی[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۸

چکیده

مرحله برداشت از مهم‌ترین مراحل تولید بادام‌زمینی است. برداشت بادام‌زمینی به‌صورت دو مرحله‌ای است: مرحله اول شامل درآوردن کامل بوته‌ها از خاک است که به‌صورت یکسان انجام شد و مرحله دوم خشک‌کردن و جداکردن غلاف بادام‌زمینی از بوته گیاهی است. در این پژوهش، سه روش برداشت بادام‌زمینی در مرحله دوم بررسی شد. آزمایش بر پایه طرح کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. کرت اصلی شامل میزان رطوبت خاک در زمان برداشت در سه سطح: a_1–۲۱٪، a_2– ۱۸٪ و a_3– ۱۵٪ و کرت فرعی شامل جداکردن غلاف بادام‌زمینی از بوته گیاهی در سه سطح: b_1– استفاده از کمباین کششی مخصوص بادام‌زمینی، b_2– کوبش با خرمن‌کوب پشت تراکتوری، b_3– روش دستی بود. پارامترهای اندازه‌گیری‌شده شامل ظرفیت مزرعه‌ای موثر، زمان موردنیاز برداشت، درصد تلفات مرحله اول و دوم برداشت، درصد تلفات کل و تعداد کارگر مورد نیاز بود. نتایج نشان داد مناسب‌ترین محتوی رطوبتی خاک برای شروع برداشت مرحله اول ۱۸٪ بود. تفاوت اکثر پارامترها در میان تیمارها در سطح یک درصد معنی‌دار بودند. بیشترین و کمترین ظرفیت مزرعه‌ای موثر به‌ترتیب برای کمباین کششی و روش برداشت دستی برابر با ۰/۴۶ و ۰/۰۰۶ هکتار در ساعت بود. کمترین و بیشترین تلفات کل به‌ترتیب با ۵/۹۵ و ۱۰/۵۸ درصد مربوط به روش دستی و برداشت با کمباین کششی مخصوص بادام‌زمینی بود. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده کمباین مخصوص کششی برای برداشت زودهنگام بادام‌زمینی و روش دستی از لحاظ کیفیت مناسب محصول به‌دست‌آمده برای منطقه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بادام‌زمینی، روش برداشت، کمباین کششی، عملکرد

مقدمه

بادام‌زمینی گیاهی است که در مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر کشت می‌شود و از نظر کیفیت روغن و پروتئین بسیار غنی بوده و در روغن‌گیری و مصارفی مانند آجیل، در وعده غذایی انسان‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد. این گیاه بوته‌ای، یک‌ساله و از خانواده نخودیان و از جنس آراچیز (Arachis) و دارای یک ریشه اصلی و مستقیم می‌باشد (Blum, 1999). به‌طورکلی این محصول بیشتر با هدف تولید روغن و پروتئین کشت می‌شود که میزان روغن بادام‌زمینی ۴۳-۵۵ درصد و میزان پروتئین آن ۲۵-۲۸درصد است (Reddy, Reddy, & Anbumozhi, 2003) پروتئین بادام‌زمینی می‌تواند نقش مهمی در بهبود تغذیه مردم کشورهای فقیر داشته باشد. پوست آن نیز به‌عنوان سوخت، تولید کمپوست و مقوا کاربرد دارد. کنجاله بادام‌زمینی و علوفه آن برای تغذیه دام و طیور کاربرد دارد (Safarzadeh Vishkaei, 2006).

در سطح جهان، سالانه ۲۵/۷ میلیون تن بادام‌زمینی از ۲۱ میلیون هکتار زمین زراعی تولید می‌شود که آسیا با داشتن ۱۷/۹ میلیون تن حدود ۷۰ درصد از تولید این محصول را به خود اختصاص داده است. آفریقا و آمریکا نیز به‌ترتیب با ۵/۲ و ۲/۶ میلیون تن حدود ۱۰ و ۲۰ درصد از تولید این محصول را دارند. در کشور ما تا چند سال قبل، رتبه اول کشت بادام‌زمینی مربوط به شهرستان آستانه‌اشرفیه (استان گیلان) بود که میانگین عملکرد بادام‌زمینی آن حدود ۳۴۰۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین سطح زیر کشت حدود ۲۵۵۵ هکتار بوده گزارش‌شده است (Emadi, Nikkhah, Khojastehpour, &

۱- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

۲- استادیار گروه اقتصادی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

(*- نویسنده مسئول: Email: j.taghinezhad@areeo.ac.ir)

https://doi.org/10.22067/jam.2022.74048.1079

Peyman, 2014). درحالی‌که در سال زراعی ۱۳۹۸ رتبه اول سطح زیرکشت بادام‌زمینی با افزایش چشمگیر (حدود ۷۰۰۰ هکتار) در شهرستان پارس‌آباد مغان اتفاق افتاد که با متوسط عملکرد ۴۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بیش از ۳۰۰۰۰ تن محصول تولید گردید.کشت بادام‌زمینی از سال زراعی ۹۱-۹۰ در الگوی کاشت منطقه مغان قرارگرفته است و به دلیل سازگاری مطلوب با شرایط آب‌وهوایی مغان و صرفه اقتصادی بالا، مورد استقبال کشاورزان قرار گرفته است. با توجه به رشد جمعیت، افزایش تولید این محصول و کاهش تلفات آن در جلوگیری از واردات این محصول اهمیت ویژه‌ای دارد. در حال حاضر کاشت بادام‌زمینی و بیشتر مراحل داشت این محصول در منطقه مغان به‌صورت مکانیزه درکوتاه‌ترین زمان مناسب و صرفه اقتصادی بالا انجام می‌شود. ولی روش‌های برداشت مختلفی در بین کشاورزان مرسوم است که هرکدام از این روش‌ها مزایا و معایب خاصی دارند. از طرفی تلفات بادام‌زمینی در مرحله برداشت بیشترین تلفات محصول را به خود اختصاص داده است بنابراین کاهش تلفات در این مرحله ضروری است و این امر مستلزم برداشت به‌موقع محصول، جداسازی غلاف بادام‌زمینی از بوته گیاهی با کمترین تلفات، به‌دست آوردن محصول با کیفیت بالا و انتخاب روش مناسب برداشت است. همچنین بر اساس تحقیقات انجام‌شده در نقاط مختلف دنیا، عملکرد قابل‌حصول بادام‌زمینی و سایر فرآورده‌های آن و نیز میزان افت محصول در حین برداشت، تابعی از زمان و روش برداشت است. میزان رطوبت مناسب دانه در زمان برداشت به دستگاه‌ها و ماشین‌های برداشت مورد استفاده بستگی دارد. عملیات متداول برداشت بادام‌زمینی در منطقه طی دو مرحله بیرون کشیدن ریشه‌های حاوی پگ (Peg) به‌همراه غلاف و مرحله بعدی جداسازی غلاف از پگ می‌باشد. مرحله نخست فرآیند برداشت با استفاده از دستگاهی با تیغه‌های V-شکل انجام می‌گردد. این تیغه‌ها در خاک بستر گیاه نفوذ کرده و با شل کردن خاک و قطع ریشه اصلی زیر غلاف، بوته‌های گیاه به‌همراه پگ و غلاف‌های محصول روی هر ردیف قرار گرفته سپس توسط نیروی کارگری از خاک شل بیرون کشیده شده و در معرض نور آفتاب قرار می‌دهند تا با خشک شدن به رطوبت مد نظر برسد. در مرحله نهایی عملیات برداشت، جداسازی غلاف‌های حاوی مغز بادام از پگ‌های بوته گیاه با سه روش متفاوت انجام می‌گیرد (Taghinezhad, 2019).

اولویت‌های به‌کارگیری روش‌های مکانیزه در مراحل تولید محصول با توجه به شرایط فنی، اقتصادی و اجتماعی هر جامعه مشخص می‌شود. عموماً در کشورهای توسعه‌یافته کاربرد مکانیزاسیون برای کاهش هزینه‌ها است اما در کشورهای در حال توسعه برای افزایش تولید است (Reshad Sedghi & Zabolestani, 2003). یکی از مراحل مهم تولید این محصول که به شدت هزینه‌بر و نیازمند کار کارگری بیشتری است و تاثیر زیادی بر بازارپسندی و قیمت تمام شده و کیفیت آن دارد، مرحله برداشت می‌باشد (Gulluoghlu, Bakal, Onat, Kurt, & Arioglu, 2016; Zou *et al.*, 2019). عملیات برداشت بادام زمینی برای به‌دست آوردن حداکثر عملکرد، درجه و کیفیت محصول به دلیل طبیعت باردهی غیرمحدود آن بسیار حائز اهمیت است (Jordan, Beasley, & Calhoun, 2008). این مرحله از تولید محصول بادام‌زمینی همانند برخی از گیاهان لیفی بسیار دشوار بوده و همراه با تلفات می‌باشد (Sharifi, Abbasi, & Fallah, 2015). تلفات علاوه بر هزینه‌های ناشی از کاهش درآمد به‌واسطه از دست دادن محصول، هزینه‌های پنهان دیگری نیز از جمله از هزینه آب، زمین، انرژی و سایر منابع مصرفی برای کاشت و داشت محصول از دست‌رفته را نیز به دنبال دارد (FAO, 2015).

در پژوهشی که توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد با عنوان "آنالیز تلفات غذایی: علل و راه‌حل‌ها؛ مطالعه موردی زنجیره تولید محصول بادام زمینی در کشور آفریقایی مالاوی" انجام یافته، بررسی تلفات زنجیره تولید این محصول در شش مرحله درآوری غلاف‌ها از داخل خاک، خشک کردن، جداسازی غلاف از پگ، حمل غلاف‌ها، انبارداری و غلاف‌کنی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین تلفات کمّی مربوط به مراحل انبارداری و جداسازی غلاف‌ها از پگ‌ها به‌ترتیب با مقادیر ۱۵ و ۱۴ درصد و کمترین تلفات کمّی مربوط به مرحله حمل با مقدار ۱/۵ درصد می‌باشد. در این پژوهش علت بالا بودن تلفات در مرحله برداشت (جداسازی غلاف‌ها از پگ‌ها)، با توجه به برداشت دستی، نبود ماشین‌آلات برداشت نهایی در این کشور و استفاده متداول از کودکان زیر سن قانونی و نیروی کار اجاره‌ای غیرقابل اعتماد و وجود علف هرز فراوان بیان شده است (FAO, 2018). محققین در پژوهشی ضمن تحلیل اقتصادی با مقایسه تلفات برداشت بادام‌زمینی دو روش ماشینی و دستی نشان دادند به‌جز درصد غلاف‌های حفر نشده (موجود در سطح خاک)، بقیه متغیرها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشتند. مجموع درصد تلفات غلاف‌ها در برداشت دستی و ماشینی به‌ترتیب ۳/۴۸۷، ۲۰/۲۳ درصد گزارش کردند. همچنین نتایج نشان داد، برداشت بادام‌زمینی در محتوی رطوبت خاک ۱۹/۹٪ (لومی-رسی) کمترین درصد تلفات را داشتند. نتایج بررسی اقتصادی نشان دادکه برداشت ماشینی بادام‌زمینی (استفاده از خرمن‌کوب پشت تراکتوری) نسبت به برداشت دستی، باعث کاهش هزینه‌های برداشت و افزایش هزینه‌های تلفات می‌گردد. مقایسه هزینه‌های کاهشی یا افزایشی در روش‌های برداشت ماشینی نشان داد، استفاده از این برداشت‌کننده باعث افزایش خسارت می‌شود و استفاده مجدد از آن با شرایط حاضر برای منطقه مورد مطالعه توصیه نمی‌گردد (Azmoudeh Mishamandani, Navid, Abdollahpour, & Moghaddam Vahed, 2013). هدف از این پژوهش بررسی فنی

روش‌های مختلف برداشت بادام‌زمینی با محتوی رطوبتی متفاوت برای انتخاب روش مناسب‌تر و ارائه راهکارهای لازم برای کشاورزان منطقه مغان است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش برای ارزیابی و مقایسه روش‌های مختلف برداشت بادام‌زمینی در منطقه مغان انجام شد. برداشت بادام‌زمینی در دو مرحله انجام می‌شود مرحله اول شامل درآوردن کامل بوته‌ها از خاک است که تابع محتوی رطوبتی خاک است. مرحله دوم نیز شامل خشک‌کردن و جدا کردن غلاف‌های بادام‌زمینی از بوته گیاهی است که بیشترین هزینه را برای کشاورزان دارد. از مرحله اول برداشت حدود یک هفته زمان لازم است تا بوته‌ها و غلاف‌ها رطوبت اولیه را به همراه محتوی رطوبتی خاک از دست بدهند تا مرحله دوم برداشت شروع شود. در این راستا، آزمایشی بر پایه طرح کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. کرت اصلی شامل میزان رطوبت خاک در زمان برداشت در سه سطح: a_1- ۱۵ درصد، a_2- ۱۸ درصد و a_3- ۲۱ درصد و کرت فرعی نیز شامل روش جداسازی غلاف بادام‌زمینی از بوته‌ها در سه سطح: b_1- استفاده از کمباین کششی مخصوص (ساخت کشور ترکیه مدل BACANAKLAR)، b_2- کوبش با خرمن‌کوب پشت تراکتوری (شرکت دزفول ماشین)، b_3- روش دستی برداشت محصول بود. سطوح تیمار رطوبت خاک بر مبنای تحقیقات محققین در استان گیلان (انتخاب دو سطح رطوبتی) و بررسی وضعیت خاک منطقه مغان در زمان برداشت انتخاب شده است (Azmoudeh Mishamandani *et al.*, 2013). در جدول ۱ مشخصات ماشین‌های استفاده شده در روش‌های مختلف برداشت بادام‌زمینی آورده شده است. شکل ۱ مرحله اول و شکل ۲ و ۳ مرحله دوم برداشت ماشینی بادام‌زمینی را در منطقه مغان نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات ماشین‌های استفاده‌شده در سه روش مختلف برداشت بادام‌زمینی

Table 1- Characteristics of machines used in three different methods of peanut harvesting

نام ماشین یا ادوات مورد استفاده **Machine name or equipment used**	کشور سازنده **Manufacturing Country**	عرض کار **Working width (m)**	نوع اتصال **Connection type**	توان کششی موردنیاز **Required drawbar power (hp)**
تیغه V شکل V-shaped Blade	ایران Iran	1.5	سوار Mounted	75
بادام‌کن Peanut digger	ترکیه Turkey	2.25	سوار Mounted	>75
کمباین کششی Pull type combine	ترکیه Turkey	3	سوار Mounted	>75
خرمن‌کوب پشت تراکتوری Tractor-mounted thresher	ایران Iran	3	سوار Mounted	75



شکل ۱– کندن ریشه بادام‌زمینی در زیر خاک با بادام‌کن و مکانیزه ردیف کردن

Fig.1. Digging underground peanut roots with fully mechanized removing and aligning peanuts



شکل ۲– کندن ریشه بادام‌زمینی در زیر خاک توسط تیغه‌های شمشیری (تیغه V شکل)

Fig.2. Digging underground peanut roots with sword blades (V-shaped)



شکل ۳– برداشت نیمه‌مکانیزه بادام‌زمینی با خرمن‌کوب پشت تراکتوری

Fig.3. Semi-mechanized harvesting of peanuts by tractor-mounted thresher



شکل ٤– برداشت مکانیزه بادام‌زمینی با کمباین کششی مخصوص

Fig.4. Mechanized harvesting of peanuts by special pull type combine

این روش‌ها ازنقطه نظر تأثیر آن‌ها بـر ظرفیـت مزرعـه‌ای مـوثر، زمان موردنیاز برداشت، درصد تلفات مرحله اول و دوم برداشت، درصد تلفات کل و تعداد کارگر مورد نیاز برای برداشت محصول بادام‌زمینـی بود. روش‌های اندازه‌گیری این پارامترها در ادامه شرح داده شده است.

درصد رطوبت خاک

برای اندازه‌گیری درصد محتوی رطوبتی خاک، نمونه‌های خاک در عمق‌های معین (تا جایی‌که غلاف‌های بادام‌زمینی در خاک موجود است) با اوگر نمونه‌برداری و در آزمایشگاه وزن شده و در آونی با درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت. سپس نمونه خاک خشک‌شده را توزین و در نهایت با استفاده از رابطه (۱) رطوبت خاک بر مبنای وزن خشک به‌دست آمد.

$$MC = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100 \quad (۱)$$

که در این رابطه MC درصد رطوبت، W_w= جرم خاک مرطوب و W_d= جرم خاک خشک برحسب گرم (g) است.

ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای

ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای ماشین‌ها و سیستم‌های مختلف برداشت بادام‌زمینی بر مبنای سطح برداشت‌شده و زمان مورد نیاز و با استفاده از رابطه (۲) محاسبه گردید (Almassi, Kiani, & Loveimi, 2001).

$$FC = \frac{A}{T_t} \quad (۲)$$

که در آن A سطح برداشت‌شده برحسب هکتار، T_t جمع کل زمان مفید و غیرمفید صرف‌شده برای برداشت بادام‌زمینی برحسب ساعت و FC ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای برحسب هکتار در ساعت است.

اندازه‌گیری میزان تلفات محصول

برای تعیین میزان تلفات کمی در برداشت بادام‌زمینی کافی است بعد از برداشت کامل در هرکدام از روش‌ها، با انداختن تصادفی کادر فلزی ۵۰×۵۰ سانتی‌متر (در ۱۰ نقطه مزرعه) که دور از حاشیه و در مجاورت مسیر ارزیابی روش‌های برداشت است با جمع‌آوری بادام‌زمینی‌های موجود در خاک و روی زمین، نهایتاً تلفات کمی در هکتار برآورد شد. تلفات بادام‌زمینی شامل آن‌هایی است که بعد از درآوردن بوته‌ها از خاک و همچنین برداشت کامل بادام‌زمینی در درون یا روی خاک باقی می‌مانند، یا به عبارتی در برداشت ماشینی از دسترس کمباین خارج می‌شود. وزن دانه‌های جمع‌آوری‌شده بر زمین به‌عنوان تلفات کل بادام‌زمینی در نظر گرفته شد. برای این منظور با استناد با استفاده از روابط موجود در زمینه محاسبه تلفات گندم و تعمیم آن برای محصول بادام‌زمینی، با توزین غلاف‌های بادام‌زمینی میزان تلفات کل بادام‌زمینی و عملکرد به‌ترتیب از روابط (۳) و (۴) محاسبه شد (Padasht Dehgahei, 2016; Behroozi-Lar, 2000).

$$P_n = \frac{W_b}{W_a + W_b} \times 100 \quad (۳)$$

در این‌جا، P_n =درصد تلفات کل غلاف بادام‌زمینی (٪)، W_a = وزن کل غلاف‌های موجود در درون خاک که به سطح خاک آورده می‌شود در واحد سطح (g)، W_b = وزن غلاف‌های موجود که درون خاک می‌ماند و از دسترس خارج می‌شود در واحد سطح (g).

$$Y_t = \frac{(W_a + W_b)}{n \times A_k} \times 10 \quad (۴)$$

در این رابطه، n =تعداد دفعات کادراندازی (در اینجا برابر ۱۰ است)، A_k =مساحت کادر نمونه‌برداری (در اینجا ۰/۲۵ مترمربع)، Y_t = کل غلاف‌های جمع‌آوری‌شده در واحد سطح ($kg\ ha^{-1}$).

آنالیز داده‌ها

داده‌های خام قبل از تجزیه توسط آزمون گراب برای شناسایی داده‌های پرت و نرمال بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro & Wilk, 1965) مورد بررسی قرار گرفت. سپس تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ (IBM Corporation, 2016) انجام و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تفاوت سه روش برداشت از نظر تلفات کل برداشت (مجموع تلفات مرحله اول و دوم) در سطح ۱درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). تلفات و ضایعات محصول از عوامل مهم در انتخاب روش برداشت هر محصولی ازجمله بادام‌زمینی است. مطابق جدول ۳ مقایسه میانگین تلفات برداشت در مراحل مختلف نشان داد کمترین مقدار تلفات در روش برداشت دستی به‌ترتیب در مرحله اول، دوم و کل برابر با ۲/۸۹، ۳/۰۶ و ۵/۹۵ درصد بود. بیشترین تلفات کل بادام‌زمینی در روش برداشت با کمباین مخصوص بادام‌زمینی با ۱۰/۵۹ درصد بود. متوسط ضایعات برداشت بادام‌زمینی از میان روش‌های مورد بررسی در این تحقیق مربوط به برداشت با خرمن‌کوب معمولی برابر با ۸/۶۸ درصد بود (جدول ۴).

در برداشت بادام‌زمینی علاوه بر مراحل رسیدگی غلاف‌ها محتوی رطوبتی خاک یکی از فاکتورهای مهم برداشت است. از لحاظ محتوی رطوبت خاک فقط مرحله اول برداشت موثر بود. کمترین مقدار تلفات و ضایعات بادام‌زمینی در این مرحله زمانی حادث شد که رطوبت خاک در زمان برداشت ۱۸درصد بود. به‌عبارتی مناسب‌ترین رطوبت خاک برای درآوردن بوته‌های بادام‌زمینی از خاک در محتوی رطوبت تیمار دوم (۱۸درصد) با ۲/۹۸ درصد تلفات در مرحله اول برداشت به‌دست آمد (جدول ۳).

جدول ۲- آنالیز واریانس پارامترهای مورد بررسی و تلفات روش‌های برداشت در محتوی رطوبتی مختلف

Table 2- Variance analysis of the studied parameters and losses of harvesting methods in different moisture content

منابع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی (D.F)	میانگین مربعات (MS) تلفات مرحله اول برداشت First stage harvest losses (%)	تلفات مرحله دوم برداشت Second stage harvest losses (%)	تلفات کل Total losses (%)	ظرفیت مزرعه‌ای موثر Field capacity (ha hr^{-1})	تعداد کارگر مورد نیاز Number of workers required (Per hr ha^{-1})
تکرار (R)	3	0.76	0.69	2.32	0.43	45.03
محتوی رطوبت خاک Soil moisture content	2	0.26*	0.32 ^{ns}	1.18 ^{ns}	0.45 ^{ns}	49.77 ^{ns}
خطا E(a)	6	0.024	.039	0.19	0.006	365.03
روش برداشت Harvest method	2	0.64**	53.08**	65.21**	0.63**	202647.11**
محتوی رطوبت × روش برداشت Soil moisture content× Harvest method	4	0.014 ^{ns}	0.024 ^{ns}	0.016 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	180.44 ^{ns}
خطا E(b)	6	0.25	0.144	0.53	0.0004	146.37
جمع کل Total	35	–	–	–	–	–
ضریب تغییرات (C.V٪)		6.83	6.25	4.86	1.20	3.24

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

*, **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively and ^{ns} no Significant

جدول ۳- مقایسه میانگین پارامترهای مورد بررسی در میزان محتوی رطوبت مختلف خاک

Table 3- Mean comparison of the studied parameters in different soil moisture content

محتوی رطوبت خاک Soil moisture content (%)	تلفات مرحله اول برداشت First stage harvest losses (%)	تلفات مرحله دوم برداشت Second stage harvest losses (%)	تلفات کل Total losses (%)	ظرفیت مزرعه‌ای موثر Field capacity (ha hr^{-1})	تعداد کارگر مورد نیاز Number of workers required (Per hr ha^{-1})
21	3.26 a	5.38 a	8.64 a	1.15 a	294.66 a
18	2.98 b	5.06 a	8.04 a	1.21 a	293.33 a
15	3.20 ab	5.30 a	8.50 a	1.13 a	290.66 a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Dunkans Test.

نتایج نشان داد تفاوت سه روش برداشت از نظر ظرفیت مزرعه‌ای در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود ولی از لحاظ تاثیر محتوی رطوبت خاک بر ظرفیت مزرعه‌ای اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید (جدول ۲). منتهی ظرفیت مزرعه‌ای تیمار محتوی رطوبت ۱۸ درصد به دلیل راحتی کار ابزار مکانیکی در داخل خاک با ۱/۲۱ هکتار در ساعت بیشترین بود (جدول ۳). برآورد و مشاهدات نگارنده نشان داد بادام‌زمینی از جمله محصولاتی است که طول زمان برداشت (شروع تا پایان برداشت) در خوش‌بینانه‌ترین حالت ۱۲-۱۰ روز طول می‌کشد تا فرایند برداشت و کیسه‌گیری به اتمام برسد. ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر تابعی از عرض کار، سرعت پیشروی و زمان تلف‌شده است. معمولا هنگام کار با کمباین استفاده از عرض کامل ماشین غیرممکن است و همیشه مقداری همپوشانی وجود دارد. منتهی در برداشت بادام‌زمینی و استفاده از کمباین کششی به دلیل جمع‌آوری بوته‌های بادام‌زمینی در مرحله اول توسط نیروی کارگری شرایط متفاوتی را به‌وجود می‌آورد که عرض کار تقریبا برابر و حتی در برخی موارد عرض کار مفید بیشتر از عرض کار تئوری کمباین به‌کار گرفته می‌شود که شرایط منطقه، سطح آموزش کاربران و خدمات ارائه‌شده برای ماشین‌ها به شدت راندمان مزرعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با در نظر گرفتن این عوامل و ارزیابی یکسان روش‌های برداشت، بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر در مرحله دوم مربوط به کمباین

مخصوص برداشت بادام‌زمینی با ۰/۴۶ هکتار در ساعت بود. کمترین آن مربوط به روش دستی با ۰/۰۰۶ هکتار در ساعت بود که تقریبا این مرحله از برداشت با متوسط ۲۵-۲۰ کارگر با ۸ ساعت کاری یک هکتار بادام زمینی جمع‌آوری گردید. همچنین ظرفیت مزرعه‌ای موثر در مرحله دوم برداشت در استفاده از خرمن‌کوب معمولی برابر با ۰/۱۵ هکتار در ساعت محاسبه شد (جدول ۴). از دلایل بالا بودن ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر کمباین مخصوص برداشت بادام‌زمینی می‌توان به عرض کار بیشتر و روش تقریبا مکانیزه کامل نسبت به دو روش دیگر برداشت اشاره کرد. یافته‌های محققین در زمینه کاربرد روش برداشت دستی در مقایسه با روش‌های مکانیزه و نیمه‌مکانیزه دیگر محصولات زراعی گزارش مشابهی ارائه کرده‌اند (Rahmati, Sohrabondi, Khodadadi, & Razdadi, 2014).

جدول ٤- مقایسه میانگین پارامترهای مورد بررسی در روش‌های مختلف برداشت

Table 4- Mean comparison of the studied parameters in different harvesting methods

روش برداشت Harvest method	تلفات مرحله اول برداشت First stage harvest losses (%)	تلفات مرحله دوم برداشت Second stage harvest losses (%)	تلفات کل Total losses (%)	ظرفیت مزرعه‌ای موثر Field capacity (ha hr^{-1})	تعداد کارگر مورد نیاز Number of workers required (Per hr ha^{-1})
کمباین کششی Harvesting with pull type combine	3.32 a	7.25 a	10.58 a	0.46 a	191.33 c
کوبیدن با خرمن‌کوب پشت تراکتوری Harvesting with tractor-mounted thresher	3.24 a	5.42 b	8.65 b	0.15 b	248/00 b
برداشت دستی Harvesting with labor force	2.89 b	3.06 c	5.95 c	0.006 c	439.32 a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Dunkans Test.

نتایج تجزیه و تحلیل تعداد کارگر مورد نیاز در روش‌های مختلف برداشت بادام‌زمینی در مرحله اول معنی‌دار نبود اما در مرحله دوم در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد کمباین کششی با ۱۹۱/۳۳ نفر ساعت در هکتار کمترین نیروی انسانی را در برداشت بادام‌زمینی داشته است ولی برداشت دستی با ۴۳۹/۳۲ نفر ساعت در هکتار بیشترین نیروی کارگری نیاز داشت (جدول ۴). به عبارتی در استفاده از کمباین کششی مقدار نیروی انسانی مورد نیاز به بیش از نصف کاهش می‌یابد به‌طوری که در روش دستی در مجموع هر دو مرحله برداشت با نیروی انسانی انجام می‌گیرد به‌طور متوسط ۶۰-۵۵ نفر کارگر در روز برای هر هکتار موردنیاز است که حدود ۲۵-۲۰ نفر کارگر روز در هکتار برای هر سه روش برداشت بادام‌زمینی به‌طور یکسان در مرحله اول مورد استفاده می‌شود. مشخص شد که در روش برداشت با خرمن‌کوب معمولی ۲۴۸ نفر ساعت در هکتار کار می‌کردند. نتایج کلی تاثیر فاکتورهای مورد بررسی نشان داد برداشت دستی حدود ۳/۷ درصد کاهش تلفات و محصولی با کیفیت مناسب‌تر نسبت به روش‌های ماشینی داشته است منتهی نیاز به زمان کافی و نیروی انسانی بیشتر برای برداشت دارد که بیشتر برای کشاورزان با سطح برداشت کمتر حدود ۳-۱ هکتار مناسب است. از طرفی برداشت ماشینی سبب برداشت محصول در کوتاه‌ترین زمان و به‌صورت نیمه‌مکانیزه گردید. معمولا کشاورزان با سطح کاشت بالاتر تمایل بیشتری به روش مکانیزه دارند تا محصول خود در اولین فرصت برداشت و زمین خود را برای کاشت پاییزه آماده کنند بنابراین استفاده از کمباین کششی را بیشتر ترجیح می‌دهند (جدول ۴).

نتیجه‌گیری

۱- با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، روش برداشت محصول بادام‌زمینی با کمباین کششی مخصوص از نظر ظرفیت موثر مزرعه‌ای و صرفه‌جویی در وقت نسبت به روش برداشت دستی و استفاده از خرمن‌کوب معمولی برتری دارد ولی افزایش تلفات و ضایعات محصول را به‌ترتیب با ۴/۶۳ و ۱/۹۳ درصد نسبت به روش دستی و خرمن‌کوب معمولی داشته است. بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر در مرحله دوم برداشت مربوط به کمباین مخصوص بادام‌زمینی با ۰/۴۶ هکتار در ساعت بود. کمترین آن مربوط به روش دستی با ۰/۰۰۶ هکتار در ساعت بود.

۲- مناسب‌ترین زمان شروع برداشت مرحله اول بادام‌زمینی در محتوی رطوبت ۱۸ درصد با ۲/۹۸ درصد تلفات در این مرحله بود.

۳- علی‌رغم این‌که تعداد نیروی کارگری مورد نیاز در مرحله اول برداشت به‌طور متوسط ۲۹۰ نفر ساعت در هکتار مورد نیاز برای هر سه روش برداشت تقریبا یکسان بود ولی کمترین و بیشترین نیروی کارگری لازم در مرحله دوم برداشت به‌ترتیب برای کمباین کششی مخصوص و روش دستی با ۱۹۱/۳۳ و ۴۳۹/۳۲ نفر ساعت در هکتار لازم بود.

۴- به‌طورکلی برای برداشت زودهنگام بادام‌زمینی کمباین مخصوص کششی و از لحاظ کیفیت محصول استحصالی روش دستی برای منطقه مناسب است.

سپاسگزاری

از همکاران معاونت تولیدات گیاهی و اداره فناوری‌های مکانیزه سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل و مدیریت‌های جهاد کشاورزی شهرستان پارس‌آباد به دلیل حمایت و همکاری در اجرای پروژه، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

References

1. Almassi, M., Kiani, Sh., & Loveimi, N. (2001). *Principles of agricultural mechanization*, Hazrat Masumeh Press, 2, 248.
2. Azmoudeh Mishamandani, A., Navid, H., Abdollahpour, Sh., & Moghaddam Vahed, M. (2013). *Comparison of peanut harvest losses in both machine and manual methods*. 8th National Congress of Agricultural Machinery Engineering (Biosystems) and Mechanization of Iran, Mashhad, Ferdowsi University of Mashhad. (in Persian).
3. Behroozi-Lar, M. (2000). *Principles of Design of Agricultural Machinery*. Scientific Publish Center of Islamic Azad University. Tehran, Iran. (in Persian).
4. Blum, A. (1999). *Towards standard assay of drought resistance in crop plants*. In: J. M. Ribaut & D. Poland. Molecular approaches for the genetic improvement of cereals for stable production in water- limited environments (final report). A strategic planning workshop, 21-25 June 1999. CIMMYT, El Batan, Mexico.
5. Emadi, B., Nikkhah, A., Khojastehpour, M., & Peyman, S. H. (2014). The effect of farm size on energy consumption and input costs of peanut production in Guilan province. *Journal of Agricultural Machinery, 5*(1), 217-227. (in Persian). https://doi.org/10.22067/jam.v5i1.24894
6. FAO, (2015). Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. Retrieved from https://www.fao.org/3/i4068e/i4068e.pdf
7. FAO. (2018). Food loss analysis: causes and solutions; Case study on the groundnut value chain in the Republic of Malawi. Rome. 50 pp. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
8. Gulluoghlu, L., Bakal, H., Onat, B., Kurt, J., & Arioglu, H. (2016). The Effect of Harvesting on Some Agronomic and Quality Characteristics of Peanut Grown in the Mediterranean Region of Turkey. *Turkish Journal of Field Crops*, *21*(2), 224-232. https://doi.org/10.17557/tjfc.20186
9. IBM Corporation. (2016). SPSS for Windows, version 24. IBM Corp Armonk (NY).
10. Jordan, D., Beasley, J., & Calhoun, S. (2008). *Agricultural practices for peanut growing and harvesting*. American Peanut Council Good Management Practices.
11. Padasht Dehgahei, M. N. (2016). *Study of agronomic and morphological characteristics of peanut genotypes in Guilan province*. Research Report, Oilseeds Research Department, Seed and Plant Breeding Research Institute, Karaj, Iran. (in Persian).
12. Rahmati, M. H., Sohrabondi, G., Khodadadi, M., & Razdadi, A. M. (2014). Technical and economic study of rice harvesting methods in Shirvan Chardavol region. *Journal of Agricultural Machinery*, *4*(2), 378-386. https://doi.org/10.22067/jam.v4i2.34821
13. Reddy, T. Y., Reddy, V. R., & Anbumozhi, V. (2003). Physiological response of groundnut to drought stress and its amelioration: a critical review. *Plant Growth Regulation*, *41*, 75-88. https://doi.org/10.1023/A:1027353430164
14. Reshad Sedghi, A., & Zabolestani, M. (2003). *Comparison of two methods mechanized and conventional of direct rice cultivation in terms of product performance and production costs*, East Azarbaijan Research Center for Agriculture and Natural Resources Publications.
15. Safarzadeh Vishkaei, M. N. (2006). *The effect of methanol on the growth and yield of peanuts*. PhD Thesis Islamic Azad University, Research Sciences Branch, Tehran. (in Persian).
16. Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika 52*, 591-611.
17. Sharifi, Gh. J., Abbasi, M. R. & Fallah, S. N. (2015). *Importance of peanut cultivation and its properties*. Entesharate Noruzi. 1st Edition: 44-46.
18. Taghinezhad, J. (2019). Mechanization of peanuts in Moghan plain. Technical Journal. Publishing Committee of the Institute of Technical Research and Agricultural Engineering. Registration number 56307. (in Persian).
19. Zou, Sh., Tseng, Y. C., Zare, A., Rowland, D. L., Tillman, B. L., & Yoon, S. Ch. (2019). Peanut maturity classification using hyperspectral imagery. *Biosystems Engineering*, *188*, 165-177. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.10.019